

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

APPLICANT(S): Myeon-Gyun CHO et al.

SERIAL NO.:

FILED: Herewith

FOR: **VELOCITY ESTIMATION APPARATUS AND METHOD  
USING LEVEL CROSSING RATE**

DATED: April 9, 2004

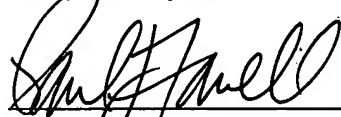
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS**

Sir:

Enclosed is a certified copy of Korean Patent Appln. No. 2003-32819 filed on May 23, 2003, from which priority is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,



Paul J. Farrell, Esq.  
Reg. No. 33,494  
Attorney for Applicant(s)

**DILWORTH & BARRESE, LLP**  
333 Earle Ovington Blvd.  
Uniondale, NY 11553  
(516) 228-8484

---

**CERTIFICATION UNDER 37 C.F.R. 1.10**

I hereby certify that this New Application Transmittal and the documents referred to as enclosed therein are being deposited with the United States Postal Service in an envelope as "Express Mail Post Office to Addressee" Mail Label Number EL 995745029 US addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date listed below.

Dated: April 9, 2004

  
Jeff Kirshner



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0032819  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 05월 23일  
Date of Application MAY 23, 2003

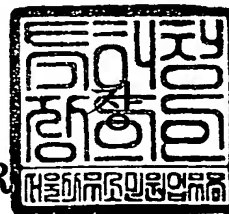
출원인 : 삼성전자주식회사 외 1명  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD., et al.



2003 년 11 월 25 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	출원인 변경 신고서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.09.17
【구명의인(양도인)】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【사건과의 관계】	출원인
【신명의인(양수인)】	
【명칭】	학교법인연세대학교
【출원인코드】	2-1999-900090-0
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	2003-001449-1
【포괄위임등록번호】	2003-030231-0
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2003-0032819
【출원일자】	2003.05.23
【발명의 명칭】	레벨 교차율을 이용한 속도추정 장치 및 방법
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2003-0033456
【출원일자】	2003.05.26
【발명의 명칭】	통신 시스템에서 저밀도 패리티 검사 코드의 복호 장치 및 방법
【변경원인】	일부양도
【취지】	특허법 제38조제4항·실용신안법 제20조·의장법 제24조 및 상표법 제12조 제1항의 규정에 의하여 위와 같이 신고합니다. 대리인 이건주 (인)
【수수료】	26,000 원
【첨부서류】	1. 양도증_1통 2.인감증명서_1통

## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2003.05.23
【국제특허분류】	H04B
【국제특허분류】	G06F
【발명의 명칭】	레벨 교차율을 이용한 속도추정 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	VELOCITY ESTIMATOR AND VELOCITY ESTIMATION METHOD BASED ON LEVEL CROSSING RATE
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	2003-001449-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조면균
【성명의 영문표기】	CHO, Myeon Gyun
【주민등록번호】	691227-1777711
【우편번호】	463-070
【주소】	경기도 성남시 분당구 야탑동 경남아파트 706-1401
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	홍대식
【성명의 영문표기】	HONG, Dae Sic
【주민등록번호】	610104-1037310
【우편번호】	135-836
【주소】	서울특별시 강남구 대치동 506번지 선경아파트 2동 705호
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 이건주 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
【가산출원료】	21	면	21,000	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	0	항	0	원
【합계】	75,000	원		

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 무선통신 시스템에서 이동체의 속도를 추정하는 장치 및 방법에 관한 것이다. 이동 단말로부터의 수신 신호의 전력 값들을 계산하는 전력 계산기와, 미리 정해지는 다운-샘플링 인자  $M$ 에 따라 매  $M$ 개의 전력 값들에 대한 평균전력 값들을 계산하는 평균전력 계산기와, 상기 평균전력 값들을 소정 인터폴레이션 비율  $L$ 에 따라 인터폴레이션하는 인터폴레이터와, 상기 인터폴레이터의 출력을 이용하여 제곱평균(RMS) 값을 계산하는 제곱평균 계산기와, 미리 정해지는 시간구간 동안에 상기 인터폴레이터의 출력이 상기 제곱평균 값에 따라 정해지는 레벨교차 임계값을 교차하는 회수인 레벨교차 회수를 카운트하는 레벨교차 카운터와, 상기 레벨교차 회수를 이용하여 상기 이동 단말의 속도 추정값을 계산하는 속도 계산기를 포함하여 구성된다. 이러한 본 발명은 복잡도를 증가시키지 않으면서 기존 속도 추정 알고리즘의 큰 단점이었던 잡음의 영향을 크게 줄여, 어떠한 무선 채널 환경에서도 복잡도의 부담 없이 잡음의 영향을 적게 받으면서 정확한 속도를 구해낼 수 있다.

**【대표도】**

도 5

**【색인어】**

LCR, VELOCITY-ESTIMATION, DOWN-SAMPLING, INTERPOLATION

**【명세서】****【발명의 명칭】**

레벨 교차율을 이용한 속도추정 장치 및 방법{VELOCITY ESTIMATOR AND VELOCITY ESTIMATION METHOD BASED ON LEVEL CROSSING RATE}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명이 적용되는 전형적인 무선통신 시스템의 단순화된 구성도.

도 2는 동작환경 추정 정보를 이용한 이중 모드들 간의 핸드오프 및 적응 변조/코드 기법의 수행을 설명하는 간략화된 블록도.

도 3은 전형적인 레벨 교차율을 이용하는 속도 추정기를 나타낸 구성도.

도 4는 잡음 환경에서 다중경로의 신호에 대해 상기 도 3의 속도 추정기(100)가 레벨 교차 회수를 카운트하는 동작을 보인 도면.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 속도 추정기의 구성을 나타낸 블록도.

도 6a와 도 6b는 본 발명의 다운-샘플링에 따른 잡음의 제거를 설명하는 스펙트럼 파형도.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 상기 도 5의 속도 추정기에 의해 속도를 추정하는 동작을 나타낸 흐름도.

도 8a와 도 8b는 본 발명에서 인터플레이션에 의한 동작을 설명하기 위한 도면.

도 9 및 도 10은 본 발명에 따른 평균속도 추정 성능을 종래 기술과 비교한 도면.

도 11은 시간적으로 속도가 변화하는 경우 본 발명에 따른 평균 속도의 추적(tracking) 성능을 나타낸 도면.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<11> 본 발명은 무선통신 기술에 관한 것으로서, 특히 이동체의 속도를 추정하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

<12> 제4세대(4th Generation: 4G) 무선통신 시스템은 IMT2000(International Mobile Telecommunications 2000)의 이동형 서비스와 무선 근거리 네트워크(Wireless Local Access Network: WLAN)의 고정형 서비스를 통합한 이중모드를 지원하는 방향으로 발전해 가고 있다. 제4세대 시스템은, 사용자에게 이동형 서비스와 고정형 서비스를 적응적으로 할당하여, 사용자의 동작 환경이 양호 할 때에는 고정형 모드로 대용량 서비스를 지원하고 열악한 경우일 때에는 이동형 모드의 서비스를 지원함으로써 시스템 용량을 최대화한다.

<13> 서비스 모드의 효율적 관리는 단말기의 최초 액세스(initial access)시뿐만 아니라, 통신중인 경우에도 지속적으로 수행되어야 한다. 이를 위해서는 이동형 서비스와 고정형 서비스의 최초 모드 선택 및 핸드오프와 링크 적응화(Link Adaptation)의 효율적인 동작을 위한 알고리즘이 요구된다. 특히 링크 적응화를 위



한 기술 중의 하나인 적응형 변조/코딩 기법(Adaptive Modulation and Coding Scheme)은 사용자의 동작 환경을 나타낼 수 있는 파라미터들을 결정하고 그 값을 추정함으로써 변조/코딩 기법을 선택한다. 사용자의 동작 환경을 나타내는 파라미터들은 이중모드 간의 핸드오프와 적응형 변조/코딩 기법의 자원 할당을 위한 정보로 이용된다. 자원의 동적 할당을 위해서는 사용자의 동작 환경에 대한 정확한 예측이 필요하다.

<14> 무선통신 시스템에서 이동체의 속도정보는 사용자의 동작 환경을 나타내는 중요한 파라미터로써, 실질적인 응용시 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다. 적응형 송수신 기술에 적용하는 경우, 이동체의 속도 정보는 수신기에서 보다 효율적인 채널 추정을 가능하게 하며, 송신기에서 변조/코딩 혹은 인터리빙 기법 등을 채널 상태에 맞게 조절할 수 있도록 한다. 또한 시스템에서는 이동체의 속도정보에 따라 핸드오프의 수행여부 및 수행시점을 정확하게 결정할 수 있고 시스템의 자원 할당을 효율적으로 관리할 수 있다.

<15> 이와 같이 여러 응용 분야에서 사용되는 속도를 추정하기 위한 기법은 크게 레벨 교차율(Level Crossing Rate: LCR) 추정기법과 공분산(Covariance: COV) 추정기법으로 나뉜다. 레벨 교차율 추정기법은 주어진 시간구간동안 수신 신호의 엔벨로프(envelope), 즉 전력이 미리 정해진 기준 레벨을 통과하는 회수(즉 레벨 교차 회수)를 이용하여 속도를 추정한다. 공분산 추정기법은 일정 시간의 차이를 갖는 수신 샘플들 간의 공분산 값을 이용하여 속도를 추정한다.

<16> 이들 중 공분산 추정기법은 라이시안 인자(Rician factor), 가시선(Line Of Sight: LOS)의 입사각 등 채널 환경 파라미터의 변화에 따라 민감한 성능 차이를 가진다. 마이크로-셀(Micro-cell) 환경에서 라이시안 페이딩(Rician fading)을 고려할 때 이러한 공분산 추정기법은 안정적으로 사용하기 힘들다. 이에 비해 레벨 교차율 추정기법은 엔벨로프 페이딩(envelope fading)의 2차 통계 특성인 레벨 교차율(level crossing rate)을 이용하는 것으로서, 2차원 등

방 스캐터링(2-Dimensional Isotropic Scattering)을 가정할 경우 이동체의 속도는 레벨 교차 회수와 라이시안 페이딩(Rician fading) 특성을 나타내는 라이시안 인자  $K$ 에 의하여 구해질 수 있다.

- <17> 그러나, 종래의 레벨 교차율 추정기법은 잡음의 영향을 고려하지 않고 채널의 특성만을 이용한 것이기 때문에, 신호 대 잡음비가 낮아지는 잡음이 많은 환경에서는 속도 추정의 정확도가 매우 저하된다는 문제점이 있었다. 따라서 신호 대 잡음비가 낮은 환경에서 레벨 교차율을 이용하는 경우 속도 추정의 정확도를 향상시키기 위한 방법을 필요로 하게 되었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <18> 따라서 상기한 바와 같이 동작되는 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 창안된 본 발명은, 레벨 교차율을 이용한 속도 추정의 정확도를 향상시키는 속도추정 장치 및 방법을 제공한다.
- <19> 본 발명은 레벨 교차율을 이용하여 이동체의 속도를 추정함에 있어서 잡음의 영향을 최소화하는 속도추정 장치 및 방법을 제공한다.
- <20> 본 발명의 실시예는, 레벨 교차율을 이용하는 속도 추정기에 있어서,
- <21> 이동 단말로부터의 수신 신호의 전력 값들을 계산하는 전력 계산기와,
- <22> 미리 정해지는 다운-샘플링 인자  $M$ 에 따라 매  $M$ 개의 전력 값들에 대한 평균전력 값들을 계산하는 평균전력 계산기와,
- <23> 상기 평균전력 값들을 소정 인터폴레이션 비율  $L$ 에 따라 인터폴레이션하는 인터폴레이터와,

- <24> 상기 인터플레이터의 출력을 이용하여 제곱평균(RMS) 값을 계산하는 제곱평균 계산기와,
- <25> 미리 정해지는 시간구간 동안에 상기 인터플레이터의 출력이 상기 제곱평균 값에 따라 정해지는 레벨교차 임계값을 교차하는 회수인 레벨교차 회수를 카운트하는 레벨교차 카운터와,
- <26> 상기 레벨교차 회수를 이용하여 상기 이동 단말의 속도 추정값을 계산하는 속도 계산기를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <27> 본 발명의 다른 실시예는, 레벨 교차율을 이용하는 속도 추정 방법에 있어서,
- <28> 이동 단말로부터의 수신 신호를 가지고 다운-샘플링된 신호의 전력 값들을 계산하는 과정과,
- <29> 상기 전력 값들을 소정 인터플레이션 비율에 따라 인터플레이션하는 과정
- <30> 상기 인터플레이션된 값들을 이용하여 제곱평균(RMS) 값을 계산하는 과정과, 여기서 상기 제곱평균 값은 레벨교차 임계값이 되고,
- <31> 미리 정해지는 시간구간 동안에 상기 인터플레이션된 값들이 상기 레벨교차 임계값을 교차하는 레벨교차 회수를 카운트하는 과정과,
- <32> 상기 레벨교차 회수를 이용하여 상기 이동 단말의 속도 추정값을 계산하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

- <33> 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용

자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

- <34> 본 명세서에서는 보다 효율적이고 잡음없는(robust) 통신 서비스를 위하여 코드분할 다중접속(Code Division Multiple Access: CDMA) 신호처리 기술을 적용하는 셀룰러 무선통신 시스템을 이용하여 본 발명을 구체적으로 설명할 것이다. 하지만, 본 발명의 기본 목적인 효율적인 속도의 추정기술은 유사한 기술적 배경 및 채널형태를 가지는 여타의 기술분야에도 본 발명의 범위를 크게 벗어나지 아니하는 범위에서 약간의 변형으로 적용 가능하며 이는 본 발명의 분야에서 숙련된 기술적 지식을 가진 자의 판단으로 가능할 것이다.
- <35> 도 1은 본 발명이 적용되는 전형적인 무선통신 시스템의 단순화된 구성도를 보인 것이다.
- <36> 상기 도 1을 참조하면, 무선통신 시스템은 복수의 이동 단말들(10a, 10b, 10c)과 복수의 기지국 송수신기들(Base Transceiver Subsystems: BTSs)(12a, 12b, 12c)과 기지국 제어기(Base Station Controller: BSC)(14)와 패킷 데이터 서비스 노드(Packet Data Serving Node: PDSN)(16)와 이동 교환국(Mobile Switching Center: MSC)(18)과 인터넷 프로토콜(Internet Protocol: IP) 네트워크(20)와 공중교환 전화 네트워크(Public Switched Telephone Network: PSTN)(22)를 포함한다.
- <37> 패킷 데이터 서비스를 지원하는 경우 이동 단말들(10a 내지 10c)은 하나 또는 그 이상의 무선 패킷 데이터 프로토콜들을 수행하도록 구성되는 것이 유리하다. 특정 실시예에서 이동 단말들(10a 내지 10c)은 IP 네트워크(20)로 전송할 IP 패킷들을 생성하고, 상기 IP 패킷들을

PPP(Point to Point Protocol)를 이용하는 프레임들로 캡슐화한다. IP 네트워크(20)는 패킷 데이터 서비스 노드(16)에 연결되고, 패킷 데이터 서비스 노드(16)는 기지국 제어기(14)에 연결된다. 기지국 제어기(14)는 이동 단말들(10a 내지 10c)과 알려진 다양한 프로토콜을 이용하여 무선채널을 통해 음성 및/또는 데이터 패킷들을 전송하도록 구성된 기지국 송수신기들(12a 내지 12c)에 연결된다. 기지국 제어기(14)는 또한 이동 교환국(18)을 통해 공중 교환 전화 네트워크(22)에 연결되어, 기지국 송수신기들(12a 내지 12c)을 통해 이동 단말들(10a 내지 10c)에게 전형적인 전화 통화 서비스를 제공한다.

<38> 전형적인 전화 호의 경우에, 기지국 제어기(14)는 수신된 데이터를, 공중 교환 전화 네트워크(22)와의 인터페이스를 위한 부가적인 라우팅 서비스를 제공하는 이동 교환국(18)으로 라우트한다. 패킷 기반 전송을 위한 데이터 호의 경우에, 기지국 제어기(14)는 데이터 패킷을 패킷 데이터 서비스 노드(16)로 라우트하여 상기 데이터 패킷이 IP 네트워크(20)로 도달되도록 한다.

<39> 전형적인 동작의 경우에 기지국 송수신기들(12a 내지 12c)은, 전화 호, 웹 브라우징 또는 다른 데이터 통신 중인 이동 단말들(10a 내지 10c)로부터의 역방향 링크 신호들을 수신하여 복조한다. 각각의 역방향 링크 신호들은 기지국 송수신기들(12a 내지 12c)에 의해 수신되어 처리된다. 각각의 기지국 송수신기(12a 내지 12c)는 이동 단말들(10a 내지 10c)로의 순방향 링크 신호들을 복조하고 송신함으로써 복수의 이동 단말들(10a 내지 10c)과 통신한다. 예를 들어 제1 기지국 송수신기(12a)는 제1 및 제2 이동 단말들(10a, 10b)과 동시에 통신하며, 제2 및 제3 기지국 송수신기(12c)는 소프트 핸드오프에 의해 제3 이동 단말(10c)과 동시에 통신한다. 기지국 제어기는 특정 이동 단말(10a 내지 10c 중 어느 하나)에 대해서 한 기지국으로부터 다른 기지국으로의 핸드오프들을 통제한다.

<40> 각각의 기지국 송수신기들(12a 내지 12c)은 이동 단말들(10a 내지 10c)을 위해 트래픽 채널 전력 레벨을 특정하기 위하여 이동 단말들(10a 내지 10c)을 위한 이득들(dB)과 파일럿 채널 전력 레벨들의 테이블을 저장하고 있다. 상기 테이블은 bps(bit per second) 단위의 데이터 전송율과 목적(target) 프레임 에러율(Frame Error Rate: FER)과 순방향 에러정정 코드의 종류(예를 들어 길쌈 코드 또는 터보 코드)와 프레임 길이(예를 들어 5ms, 20ms, 40ms, 80ms)의 각 결합(combination)에 대한 이득들과 파일럿 레벨들의 서로 다른 조합들을 포함한다. 상기 이득들(dB)은 파일럿 채널 전력 레벨에 대한 트래픽 채널 전력 레벨의 비이다. 상기 서로 다른 조합들은 이동 단말(10a 내지 10c 중 어느 하나)을 위한 속도의 주어진 범위에 해당한다. 이동 단말의 속도는 레벨 교차율을 이용하는 후술되는 방법에 따라서 추정된다. 상기와 같이 복수의 이득들을 사용하는 것은 주어진 목적 프레임 에러율에 대해서 파일럿 대비 트래픽 비율(즉 이득)은 이동 단말의 속도에 따라 변화하기 때문이다. 예를 들어 속도의 3가지 범위들, 정지와 저속(예를 들어 시속 30km 미만)과 고속(예를 들어 시속 30km 이상)에 대응하는 3개의 서로 다른 조합들이 사용될 수 있다.

<41> 특히 이동형 서비스 모드와 고정형 서비스 모드를 통합한 이중모드를 지원하는 제4세대 무선통신 시스템에 있어서 이동 단말의 속도는 이동형 서비스와 고정형 서비스간의 모드 변환, 선택, 적응 변조/코드 기법 등에 유용하게 이용된다.

<42> 도 2는 동작환경 추정 정보를 이용한 이중 모드들 간의 핸드오프 및 적응 변조/코드 기법의 수행을 설명하는 간략화된 블록도이다.

<43> 상기 도 2를 참조하면, 이동 단말(30)은 이동형 서비스 모드와 고정형 서비스 모드간의 모드 선택 및 변환이 가능하도록 설계된 이중모드 단말로서, 이동형 서비스 모드 네트워크(32) 또는 고정형 서비스 모드 네트워크(34)와 무선채널을 통한 통신이 가능하다. 동작환경 추정 시

시스템(40)은 이동 단말(30)을 위해 속도 등의 동작환경 파라미터들을 추정하는 블록(38)과, 최초 네트워크 액세스시 서비스 모드를 선택하고 핸드오프시의 서비스 모드 전환을 수행하는 블록(40)과, 적응적으로 변조 및 코딩 기법을 선택하는 AMCS 제어 블록(42)으로 구성된다.

<44> 여기에서는 설명의 편의를 위하여 동작환경 추정 시스템(40)을 각 모드 네트워크들(32, 34)과 분리하여 도시하였으나, 다른 실시예의 경우 동작환경 추정을 위한 블록들(38, 40, 42)은 각 모드 네트워크들(32, 34) 중 어느 하나 또는 둘 모드에 포함되도록 구성될 수 있으며 이는 당해 기술분야에서 숙련된 기술자들에게 용이하게 이해될 수 있을 것이다.

<45> 동작환경 파라미터들 중 중요한 하나로서 이동 단말의 속도이다. 속도의 추정은 주어진 시간구간 동안에 단일한 무선경로상에서 측정된 전력을 이용함으로써 이루어질 수 있다. 이동 단말의 속도는 주어진 시간구간 동안에 전력레벨이 제곱평균(Root Mean Square: RMS) 전력레벨의 1/2를 통과(cross)하는 회수(이하 레벨 교차회수 또는 레벨 교차율이라 칭한다.)로부터 추정될 수 있다.

<46> 이러한 속도 추정기를 구현함에 있어서 어려운 점은 하나의 다중경로(multipath)의 전력을 정확하게 측정하는 것이다. 속도 추정을 위한 레벨 교차율 알고리즘은 다중경로에서 수신 전력에 대한 지식(knowledge)을 요구하기 때문에, 다중경로의 전력이 전체 수신전력과 격리되어야만 한다. 다중경로의 전력이 전체 수신전력과 격리된다 할지라도 두 번째의 문제점은 자동이득제어(Automatic Gain Control)에 의한 영향이다. 자동이득 제어는 수신신호의 엔벨로프(envelope)를 적절하게 유지시키기 때문에 이동단말이 수신전력을 추정하는데 필요한 정보를 얻는 것을 방해한다. 수신신호의 전력을 정확하게 추정하지 못한다면 레벨 교차를 이용한 속도의 추정은 정확하게 이루어질 수 없다.

<47> 이러한 문제점을 해소하기 위한 전형적인 속도 추정기의 일 예를 도 3에 도시하였다.

- <48>        상기 도 3을 참조하면, 속도 추정기(100)는 셀룰러 이동통신 시스템에서 동작하는 이동 단말기(예를 들어 셀룰러 전화기, 휴대 디지털 장치, 셀룰러 전화기에 접속된 휴대용 컴퓨터 등) 내에 구비된다. 수신 동위상(In phase) 신호  $I(n)$ 와 직교위상(Quadrature phase) 신호  $Q(n)$ 는 전력 계산기(Power Calculator)(110)로 제공된다.(여기서  $n$ 은 이산 시간 인덱스임) 여기서 제공되는 신호들은 샘플링된 후 PN(Pseudo-random Noise) 역확산되고 소정 시간구간 동안 누적된 신호 샘플들이다. 전력 계산기(110)는 상기 신호들의 제곱들의 합에 대한 제곱근을 취함으로써 신호 에너지의 제곱근( $\sqrt{I^2 + Q^2}$ ), 즉 전력 값을 계산한다. 매 시간간격들마다 전력 계산기(110)에 의해 계산된 전력 값들은 제곱평균 계산기(RMS calculator)(150)로 제공된다.
- <49>        제곱평균(RMS) 계산기(150)는 미리 정해지는 개수(예를 들어  $K$ 개)의 연속되는 전력 값들을 이용하여 현재의(running) 제곱평균을 계산한다. 임계값 계산기(Threshold Computation block)(160)는 상위(High) 및 하위(Low) 레벨 교차 임계값들을 계산하기 위하여 미리 정해지는 히스테리시스 값들(Hysteresis values)  $M$ 과  $N$ 을 이용한다.
- <50>        상기 계산된 전력 값들은 또한 선입선출(First Input First Output: FIFO) 버퍼(120)에 저장된다. FIFO 버퍼(120)의 크기(size)는 상기 제곱평균 계산에서 사용되는 심볼들의 개수에 해당하도록 결정된다. 레벨 교차 카운터(Level Crossing Counter)(130)는 FIFO 버퍼(120)로부터의 심볼 출력들이 상기 계산된 상위 및 하위 임계값들을 연속적으로 교차하는 회수를 카운트한다. 상기 회수는 레벨 교차 회수가 된다. 룩-업 테이블(140)은 주어진 시간 주기 동안의 레벨 교차 회수에 속도 추정값을 매핑시킨다. 속도 추정값은 룩-업 테이블(140)로부터 직접적으로 출력된다.



- <51> 도 4는 잡음 환경에서 다중경로의 신호에 대해 상기 도 3의 속도 추정기(100)가 레벨 교차 회수를 카운트하는 동작을 보인 것이다. 여기서 상위 임계값은  $T_H$ 라 표기되었으며 하위 임계값은  $T_L$ 이라 표기되었다. 도시하지 않았으나 상위 및 하위 임계값들은 통상적으로 사용되는 레벨 교차 임계값을 기준으로  $MdB$ 만큼 높은 전력 레벨과,  $NdB$ 만큼 낮은 전력 레벨로 각각 정해진다. 도시된 신호 전력의 변화에 따르면 레벨 교차 회수는 1, 2, 3, 4로 표기된 지점들에서 카운트된다.
- <52> 상기 도 3의 속도 추정기(100)는 히스테리시스 값들을 이용함으로써 잡음에 의한 영향을 어느 정도 제거하고 있기는 하지만, 신호대 잡음비가 낮아지는 환경에서 여전히 만족할 만한 수준의 정확도를 얻을 수 없다. 따라서 본 발명에서는 신호 전력의 도플러 전력 스펙트럼 밀도(Power Spectrum Density)가 앨리어싱(aliasing)이 발생하지 않을 정도의 수준에서, 즉 샘플링 이론(sampling theorem)을 만족하면서 최대한 근접하도록 수신 신호 샘플들을 다운-샘플링한 후, 상기 다운-샘플링된 신호 샘플들을 이용하여 레벨 교차 회수를 카운트함으로써, 수신 신호들에서 잡음에 의한 영향을 최대한 제거한다.
- <53> 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 속도 추정기의 구성을 나타낸 블록도이다.
- <54> 상기 도 5를 참조하면, 속도 추정기(200)로 입력되는 복소 수신 신호의 동위상(In phase) 신호성분  $I(n)$  및 직교위상(Quadrature phase) 신호성분  $Q(n)$ 는 수신 신호의 엔벨로프(envelope), 즉 전력을 검출하는 전력 계산기(210)로 제공된다. 전력 계산기(210)는 상기 신호 성분들의 제곱들의 합에 대한 제곱근을 취함으로써 전력 값  $E(n)$ 를 계산한다.
- <55> 평균전력 계산기(220)는 다운-샘플링 인자(Down-sampling Factor) 결정기(270)에 의해 계산된 다운-샘플링 인자  $M$ 에 따라,  $M$ 개의 전력 값들에 대한 평균전력 값  $D(n)$ 를 계산한다. 상기와 같은 평균전력 값의 계산은, 수신 신호를 다운-샘플링한 후 다운-샘플링된 신호의 전력

값을 계산하는 것과 동일하게 된다. 따라서 다른 실시예의 경우 전력 계산기(110)와 평균전력 계산기(220)는 상기 다운-샘플링 인자 M에 따라 수신 신호를 다운-샘플링하는 다운-샘플러와, 다운-샘플러의 출력을 가지고 전력 값을 계산하는 전력 계산기로 대체될 수 있다. 상기 다운-샘플링 인자 M의 계산에 대한 상세한 설명은 후술될 것이다.

- <56> 인터폴레이터(Interpolator)(230)는 평균전력 계산기(220)에 의해 계산된 평균전력 값들을 소정 인터폴레이션 인자 L에 따라 인터폴레이션하여 출력한다.
- <57> 제곱평균(RMS) 계산기(240)는 소정 윈도우 동안의 인터폴레이션된 평균전력 값들을 이용하여 현재의(running) 제곱평균을 계산한다. 상기 계산된 제곱평균은 레벨교차 카운터(250)에서 사용되는 레벨교차 임계값을 결정하는데 이용된다. 도시된 실시예에서는 상기 계산된 제곱평균이 직접적으로 레벨교차 임계값이 된다. 다른 실시예의 경우 제곱평균 계산기(240)와 레벨교차 카운터(250)의 사이에 임계값 계산기가 부가되어, 다양한 방법에 따라 레벨교차 임계값을 계산할 수 있다. 예를 들어 레벨교차 임계값은 상기 제곱평균의 1/2로 정해질 수 있다.
- <58> 레벨교차 카운터(250)는 미리 정해지는 시간구간(예를 들어 0.5초 또는 1초) 동안에 인터폴레이터(230)로부터 출력되는 전력 평균값들이 상기 계산된 제곱평균으로 정해지는 레벨교차 임계값을 교차하는 회수인 레벨교차 회수를 카운트한다. 여기서 제곱평균 계산기(240)에서의 처리 지연을 고려하면, 제곱평균 계산기(240)에서 레벨교차 임계값을 결정하는데 사용하는 신호는, 레벨교차 카운터(250)에서 레벨교차 임계값과 비교하는데 사용하는 신호보다 시간적으로 우선하게 된다.
- <59> 속도 계산기(260)는 상기 카운트된 레벨교차 회수를 가지고 속도를 추정한다. 여기에서는 레벨교차 회수를 이용하여 이동 단말의 속도를 계산하는 속도 계산기(260)를 포함하는 구성을 도시하였으나 다른 실시예의 경우 레벨교차 회수에 속도 추정값을 매핑시키는 룩-업 테이블

이 사용될 수 있다. 이 경우 록-업 테이블은 상기 카운트된 레벨교차 회수에 응답하여 속도 추정값을 직접적으로 출력한다.

<60>       상기 속도 추정값은 최종적으로 출력되는 한편, 다음 시간구간의 다운-샘플링 인자 M을 결정할 수 있도록 다운-샘플링 인자 결정기(270)로 제공된다. 다운-샘플링 인자 결정기(270)는 상기 이전 속도 추정값을 이용하여, 엘리어싱이 발생하지 않으면서 전력의 도플러 스펙트럼 간격이 최대한 가까워지도록 하는 다운-샘플링 인자 M을 결정한다.

<61>       도 6a와 도 6b는 본 발명의 다운-샘플링에 따른 잡음의 제거를 설명하는 스펙트럼 파형도이다. 도 6a는 수신 신호의 평균 전력 스펙트럼 밀도를 나타낸 것으로서, 도시한 바와 같이 샘플링 주파수  $f_s$ 와 도플러 주파수  $f_D$ 를 가지는 샘플링된 전력 스펙트럼들 사이에 부가 백색 가우시안 잡음(Additive White Gaussian Noise: AWGN)이 나타나고 있다. 도 6b는 다운-샘플링된 신호의 전력 스펙트럼 밀도를 나타낸 것으로서, 도시한 바와 같이 다운-샘플링 주파수  $f_s/M$ 과 도플러 주파수  $f_D$ 를 가지는 다운-샘플링된 전력 스펙트럼들은 상호간에 인접하게 되어 결국 AWGN에 의한 영향이 감소되고 있음을 알 수 있다.

<62>       상기 도 6a 및 도 6b를 참조하면 본 발명에 따른 다운-샘플링 인자 M은 하기의 <수학식 1>에 따라 계산된다.

<63>       【수학식 1】 
$$M = \left\lceil \frac{f_s}{2f_D} \right\rceil$$

<64>       여기서  $\lceil . \rceil$ 는 소수점 내림 기호이고  $f_s$ 는 샘플링 주파수이고  $f_D$ 는 최대 도플러 주파수이다.

<65> 2차원 등방 스캐터링(2-Dimensional Isotropic Scattering)을 가정하는 경우 라이시안 페이딩(Rician Fading)에 대해, 레벨 교차 회수  $L_R$ 은 하기의 <수학식 2>와 같이 나타내어질 수 있다.

<66> **【수학식 2】** 
$$L_R = \sqrt{2\pi(K+1)} f_D \rho e^{-K-(K+1)\rho^2} I_0(2\rho\sqrt{K(K+1)})$$

<67> 
$$\rho = \frac{R}{R_{rms}}$$

<68> 여기서  $K$ 는 라이시안 페이딩 특성을 나타내는 라이시안 인자(Rician Factor),  $f_D$ 은 도플러 주파수,  $R$ 은 레벨교차 임계값,  $R_{rms}$ 는 전력 레벨의 제곱평균(root mean square: rms) 값,  $I_0$ 는 간섭량을 의미한다. 여기서 레벨교차 임계값  $R$ 을  $R_{rms}$ 와 같게 설정하면  $\rho=1$ 이 되어 라이시안 인자  $K$ 의 변화에 의한 영향이 무시할 만한 수준이 된다. 이동체의 속도  $v$ 와 반송파의 파장  $\lambda_c$ 가 알려지면, 카운트된 값  $L_R$ 과 상기 <수학식 1>에 따라 이동체의 속도를 계산할 수 있다.

<69> 즉, 속도 공식  $v = f_D \lambda_c$ 을 이용하여 상기 <수학식 1>을 간략화하면 이동체의 속도  $v_{LCR}$ 은 하기의 <수학식 3>와 같이 구해진다.

<70> **【수학식 3】** 
$$v_{LCR} = \frac{\lambda_c L_R e}{\sqrt{2\pi}}$$

<71> 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 상기 도 5의 속도 추정기에 의해 속도를 추정하는 동작을 나타낸 흐름도로서, 이하 도 5 및 도 7을 참조하여 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

<72> 과정(300)에서 전력 계산기(210)는 이동 단말로부터 파일럿 채널 또는 다른 채널의 수신 신호에 대한 엔벨로프, 즉 전력을 검출한다. 여기서 다른 채널의 신호는 위상천이변조(Phase

Shift Keying: PSK) 등과 같은 불변 포락선 변조(Constant Envelope Modulation) 신호이다. 과정(310)에서 평균전력 계산기(220)는 이전 수신 신호를 가지고 추정된 속도 값에 대해 구해진 다운-샘플링 인자  $M$ 에 따라  $M$ 개의 전력 값들의 평균 값을 구한다. 이와 같은 계산에 의해 샘플링율이 낮아진 새로운 평균 값들을 얻을 수 있다.

<73> 상기 과정(310)의 계산은 잡음의 영향을 제거하기 위함이나, 연속적인 신호와 이산적인(discrete) 신호의 차이에 의해 바이어스(bias)가 발생하게 된다. 이러한 현상을 제거하기 위하여 과정(320)에서 인터플레이터(230)는 다운-샘플링된 전력 값들에 대해 인터플레이션을 수행함으로써 샘플링율을 다시 증가시킨다.

<74> 도 8a와 도 8b는 본 발명에서 인터플레이션에 의한 동작을 설명하기 위한 도면이다. 도 8a는 샘플링 주기  $T_s$ 로 표준화된 도플러 주파수  $f_D$ 에 응답하는 연속적인 신호("Theoretical"로 표기함)와 이산적인 신호("Simulation"으로 표기함)의 엔벨로프 기울기(envelope slope) 특성을 나타낸 것이고, 도 8b는 연속적인 신호와 이산적인 신호의 평균 속도 추정값들을 나타낸 것이다. 도시한 바에 따르면 전형적인  $f_D T_s$ 는 약 0.05로서 연속적인 신호와 이산적인 신호의 속도 추정값들이 서로간에 거의 일치하지만, 다운-샘플링에 의해  $f_D T_s$ 가 증가하게 되면 연속적인 신호와 이산적인 신호 사이에 속도 추정값들의 차이가 커지게 된다.

<75> 이산적인 신호를 사용하는 본 발명에서는 인터플레이션에 의해  $f_D T_s$ 의 동작점을 B에서 A로 낮추어 줌으로써 속도 추정값의 오차를 감소시킨다. 여기서 인터플레이션 비율  $L$ 은 연속적인 신호와 이산적인 신호 사이에 속도 추정값들의 오차가 무시할 수 있도록 적어도 4가 되는 것이 바람직하나, 구성을 간단히 하기 위하여 2로 설정하여도 오차를 어느 정도 감소시킬 수 있다.

- <76>      과정(330)에서 RMS 계산기(240)는 레벨 교차 카운트를 위한 임계값을 정하기 위하여 이전 사이클에서 다운-샘플링되고 인터폴레이션된 전력 값들을 가지고 제공평균 값을 계산한다. 일 예를 들어 페이딩에 의한 영향을 제거하기 위해 레벨교차 임계값은 상기 제공평균 값과 동일하도록 정해진다.
- <77>      과정(340)에서 레벨교차 카운터(250)는 상기 인터폴레이터(230)로부터의 출력이 상기 결정된 레벨교차 임계값을 교차하는 회수인 레벨교차 회수를 카운트한다. 상기 회수는 레벨교차 회수가 된다. 여기서 레벨교차가 발생하는 구간들 사이의 간격을 레벨교차 구간(Duration of Level Crossing: D)이라고 한다면, 일반적인 경우 레벨교차 구간의 역수분포(즉  $1/D$ 의 분포)는 낮은 영역에서 비교적 많이 발생하지만, 잡음이 많은 경우에 레벨교차 구간의 역수분포가 높은 영역에서도 발생하게 된다. 즉 잡음이 많은 환경에서는 신호 전력의 변화가 크기 때문에 짧은 레벨교차 구간들이 자주 발생한다. 따라서 레벨교차 카운터(250)는 레벨교차가 발생할 때마다 이전 레벨교차 발생시점과의 시간, 즉 레벨교차 구간을 구하고, 상기 레벨교차 구간이 미리 정해지는 값보다 작으면 상기 발생한 레벨교차를 무시한다. 즉 레벨교차 회수를 카운트하지 않는다. 이상적인 경우라면 상기 다운-샘플링과 상기 인터폴레이션으로 인해, 속도와 관계없이 레벨교차 구간의 역수 분포가 거의 동일하게 나타난다.
- <78>      과정(350)에서 속도 계산기(260)는 앞서 언급한 <수학식 2>에 상기 과정(340)에서 카운트된 레벨교차 회수를 대입하여 이동 단말의 속도를 계산한다. 과정(360)에서 다운-샘플링 인자 계산기(270)는 상기 계산된 속도를 이용하여 다음 사이클에서 사용할 다운-샘플링 인자  $M$ 을 계산한다. 상기 다운-샘플링 인자는, 수신신호 전력의 도플러 스펙트럼 분포가 앨리어싱(aliasing)이 발생하지 않을 정도의 수준에서 최대한 근접하도록 하는 값이다.

- <79> 도 9 내지 도 11은 본 발명에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 것으로서, 여기에서는 5GHz의 주파수 대역과, 8KHz의 샘플링 주파수와, 1개의 페이딩 경로와, 256개의 서브-반송파들을 사용하는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiple) 시스템과, 엔벌로프 검출에 파일럿 톤을 사용하는 것으로 하였다.
- <80> 도 9와 도 10은 각각 실제속도 시속 20Km와 100Km에서 본 발명에 따른 평균 속도 추정 성능을 도 3에 도시한 종래 기술의 것과 비교한 그래프들이다. 도시한 바와 같이 20 km/h의 비교적 느린 속도와 100 km/h의 비교적 빠른 속도 모두에 대해, 본 발명은 신호 대 잡음비가 낮아질수록 종래 기술보다 향상된 정확도를 보인다.
- <81> 도 11은 시간적으로 속도가 변화하는 경우 본 발명에 따른 평균 속도의 추적(tracking) 성능을 나타낸 그래프이다. 여기에서는 1초 단위로 추적하는 동작을 나타내었으며, 도시한 바와 같이 본 발명은 10dB의 신호 대 잡음비 환경에서 거의 정확하게 속도 변화를 추적하고 있다.
- <82> 이상에서 설명한 본 발명에 따른 속도 추정기 및 속도 추정 방법은 정확한 속도를 추정할 수 있게 함으로써 이동 단말의 동적환경에 대한 정보를 알아내어서 이동통신 시스템에 제공한다. 그러면 이동통신 시스템은 상기 속도 정보를 바탕으로 이동 단말이 이동형 서비스에 접속할 것인지 아니면 고속의 데이터서비스가 보장되는 고정형 서비스에 접속할 것인지를 결정한다. 고정형 서비스는 채널의 시간적 고정성을 활용하여 적응형 변조기법 등을 최대한 활용하여 고속의 멀티서비스를 제공하며, 이동형 서비스는 사용자의 요구를 만족하는 최소의 전송율(data-rate)을 보장할 수 있는 간단한 구조의 적응 변조기법만을 활용한다.
- <83> 자원을 할당함에 있어서 이동통신 시스템은 이동 단말이 저속일 경우에는 마이크로-셀의 시스템 환경을 고려하며, 고속일 때는 매크로-셀의 시스템 환경을 고려하여 자원할당을 함으로

써 채널 용량을 극대화 할 수 있다. 또한 사용자의 움직임이 고속인지 저속인지에 따라서 핸드 오프를 효율적으로 할 수 있는 것 역시 속도 추정을 통한 이득이라 할 수 있다.

<84> 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되지 않으며, 후술되는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

#### 【발명의 효과】

<85> 이상에서 상세히 설명한 바와 같이 동작하는 본 발명에 있어서, 개시되는 발명중 대표적인 것에 의하여 얻어지는 효과를 간단히 설명하면 다음과 같다.

<86> 본 발명은, 다양한 채널 환경에서 안정적으로 동작하는 LCR(Level Crossing Rate) 추정기를 기본으로 하여 속도 파라미터를 구하되 복잡도의 큰 증가 없이 기존 속도 추정 알고리즘의 큰 단점이었던 잡음의 영향을 크게 줄이는 효과를 가진다. 즉 어떠한 무선 채널 환경에서도 큰 복잡도의 부담 없이 잡음의 영향을 적게 받아서 정확한 속도를 구해낼 수 있다.



**【특허청구범위】****【청구항 1】**

레벨 교차율을 이용하는 속도 추정기에 있어서,  
이동 단말로부터의 수신 신호의 전력 값들을 계산하는 전력 계산기와,  
미리 정해지는 다운-샘플링 인자  $M$ 에 따라 매  $M$ 개의 전력 값들에 대한 평균전력 값들을  
계산하는 평균전력 계산기와,  
상기 평균전력 값들을 소정 인터폴레이션 비율  $L$ 에 따라 인터폴레이션하는 인터폴레이  
터와,  
상기 인터폴레이터의 출력을 이용하여 제곱평균(RMS) 값을 계산하는 제곱평균 계산기와,  
미리 정해지는 시간구간 동안에 상기 인터폴레이터의 출력이 상기 제곱평균 값에 따라  
정해지는 레벨교차 임계값을 교차하는 회수인 레벨교차 회수를 카운트하는 레벨교차 카운터와,  
상기 레벨교차 회수를 이용하여 상기 이동 단말의 속도 추정값을 계산하는 속도 계산기  
를 포함하는 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서, 상기 속도 추정값을 가지고, 엘리어싱(aliasing)이 발생하지 않으면  
서 수신 신호 전력의 도플러 스펙트럼간 간격이 최대한 근접할 수 있도록 하는, 다음 시간구간  
을 위한 다운-샘플링 인자  $M$ 을 결정하여 상기 평균전력 계산기로 제공하는 다운-샘플링 인자  
계산기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

## 【청구항 3】

제 2 항에 있어서, 상기 M은 하기의 수학적식에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

$$M = \left\lfloor \frac{f_s}{2f_D} \right\rfloor$$

여기서  $f_s$ 는 샘플링 주파수이고  $f_D$ 는 최대 도플러 주파수임.

## 【청구항 4】

제 1 항에 있어서, 상기 L은 적어도 4인 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

## 【청구항 5】

제 1 항에 있어서, 상기 레벨교차 카운터는,

레벨교차의 발생시 이전 레벨교차 발생시점과의 시간간격인 레벨교차 구간이 미리 정해지는 값보다 작은지를 확인하고, 만일 작으면 레벨교차 회수를 카운트하지 않기 위하여 상기 발생된 레벨교차를 무시하는 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

## 【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 레벨교차 임계값은, 상기 제곱평균 값과 동일하게 정해지는 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

## 【청구항 7】

제 1 항에 있어서, 상기 속도 추정값은 하기의 수학식에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

$$v_{LCR} = \frac{\lambda_c L_R e}{\sqrt{2\pi}}$$

여기서  $v_{LCR}$ 은 상기 속도 추정값이고,  $\lambda_c$ 는 반송파의 파장이고,  $L_R$ 은 상기 레벨교차 회수이고,  $e$ 는 자연로그임.

## 【청구항 8】

레벨 교차율을 이용하는 속도 추정기에 있어서,

이동 단말로부터의 수신 신호를 미리 정해지는 다운-샘플링 인자  $M$ 에 따라 다운-샘플링 하는 다운-샘플러와,

상기 다운-샘플링된 신호의 전력 값을 계산하는 전력 계산기와,

상기 전력 값을 소정 인터폴레이션 비율  $L$ 에 따라 인터폴레이션하는 인터폴레이터와,

상기 인터폴레이터의 출력을 이용하여 제곱평균(RMS) 값을 계산하는 제곱평균 계산기와,  
여기서 상기 제곱평균 값은 레벨교차 임계값이 되고,

미리 정해지는 시간구간 동안에 상기 인터폴레이터의 출력이 상기 레벨교차 임계값을 교차하는 회수인 레벨교차 회수를 카운트하는 레벨교차 카운터와,

상기 레벨교차 회수를 이용하여 상기 이동 단말의 속도 추정값을 계산하는 속도 계산기를 포함하는 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

## 【청구항 9】

제 8 항에 있어서, 상기 속도 추정값을 가지고, 엘리어싱(aliasing)이 발생하지 않으면서 수신 신호 전력의 도플러 스펙트럼간 간격이 최대한 근접할 수 있도록 하는, 다음 시간구간을 위한 다운-샘플링 인자 M을 결정하여 상기 다운-샘플러로 제공하는 다운-샘플링 인자 계산기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

## 【청구항 10】

제 9 항에 있어서, 상기 M은 하기의 수학적식에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

$$M = \left\lceil \frac{f_s}{2f_D} \right\rceil$$

여기서  $f_s$ 는 샘플링 주파수이고  $f_D$ 는 최대 도플러 주파수임.

## 【청구항 11】

제 8 항에 있어서, 상기 L은 적어도 4인 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

## 【청구항 12】

제 8 항에 있어서, 상기 레벨교차 카운터는,

레벨교차의 발생시 이전 레벨교차 발생시점과의 시간간격인 레벨교차 구간이 미리 정해지는 값보다 작은지를 확인하고, 만일 작으면 레벨교차 회수를 카운트하지 않기 위하여 상기

발생된 레벨교차를 무시하는 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

#### 【청구항 13】

제 8 항에 있어서, 상기 레벨교차 임계값은, 상기 제공평균 값과 동일하게 정해지는 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

#### 【청구항 14】

제 8 항에 있어서, 상기 속도 추정값은 하기의 수학적식에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

$$v_{LCR} = \frac{\lambda_c L_R e}{\sqrt{2\pi}}$$

여기서  $v_{LCR}$ 은 상기 속도 추정값이고,  $\lambda_c$ 는 반송파의 파장이고,  $L_R$ 은 상기 레벨교차 회수이고,  $e$ 는 자연로그임.

#### 【청구항 15】

레벨 교차율을 이용하는 속도 추정 방법에 있어서,

이동 단말로부터의 수신 신호를 가지고 다운-샘플링된 신호의 전력 값들을 계산하는 과정과,

상기 전력 값들을 소정 인터폴레이션 비율에 따라 인터폴레이션하는 과정

상기 인터폴레이션된 값들을 이용하여 제공평균(RMS) 값을 계산하는 과정과, 여기서 상기 제공평균 값은 레벨교차 임계값이 되고,

미리 정해지는 시간구간 동안에 상기 인터플레이션된 값들이 상기 레벨교차 임계값을 교차하는 레벨교차 회수를 카운트하는 과정과,

상기 레벨교차 회수를 이용하여 상기 이동 단말의 속도 추정값을 계산하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

#### 【청구항 16】

제 15 항에 있어서, 상기 다운-샘플링된 신호의 전력 값들을 계산하는 과정은,

이동 단말로부터의 수신 신호의 전력 값들을 계산하고 미리 정해지는 다운-샘플링 인자 M에 따라 매 M개의 전력 값들에 대한 평균전력 값들을 계산하며, 상기 평균전력 값들은 상기 다운-샘플링된 신호의 전력 값들이 되는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

#### 【청구항 17】

제 15 항에 있어서, 상기 다운-샘플링된 신호의 전력 값들을 계산하는 과정은,

이동 단말로부터의 수신 신호를 미리 정해지는 다운-샘플링 인자 M에 따라 다운-샘플링하고 상기 다운-샘플링된 신호의 전력 값들을 계산하는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

#### 【청구항 18】

제 15 항에 있어서, 상기 속도 추정값을 가지고, 엘리어싱(aliasing)이 발생하지 않으면서 수신 신호 전력의 도플러 스펙트럼간 간격이 최대한 근접할 수 있도록 하는, 다음 시간구간

을 위한 다운-샘플링 인자  $M$ 을 결정하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 19】

제 15 항에 있어서, 상기  $M$ 은 하기의 수학적식에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

$$M = \left\lceil \frac{f_s}{2f_D} \right\rceil$$

여기서  $f_s$ 는 샘플링 주파수이고  $f_D$ 는 최대 도플러 주파수임.

【청구항 20】

제 15 항에 있어서, 상기  $L$ 은 적어도 4인 것을 특징으로 하는 상기 속도 추정기.

【청구항 21】

제 15 항에 있어서, 상기 카운트하는 과정은,

레벨교차의 발생시 이전 레벨교차 발생시점과의 시간간격인 레벨교차 구간이 미리 정해지는 값보다 작은지를 확인하고, 만일 작으면 레벨교차 회수를 카운트하지 않기 위하여 상기 발생된 레벨교차를 무시하는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

## 【청구항 22】

제 15 항에 있어서, 상기 레벨교차 임계값은, 상기 제공평균 값과 동일하게 정해지는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

## 【청구항 23】

제 15 항에 있어서, 상기 속도 추정값은 하기의 수학식에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

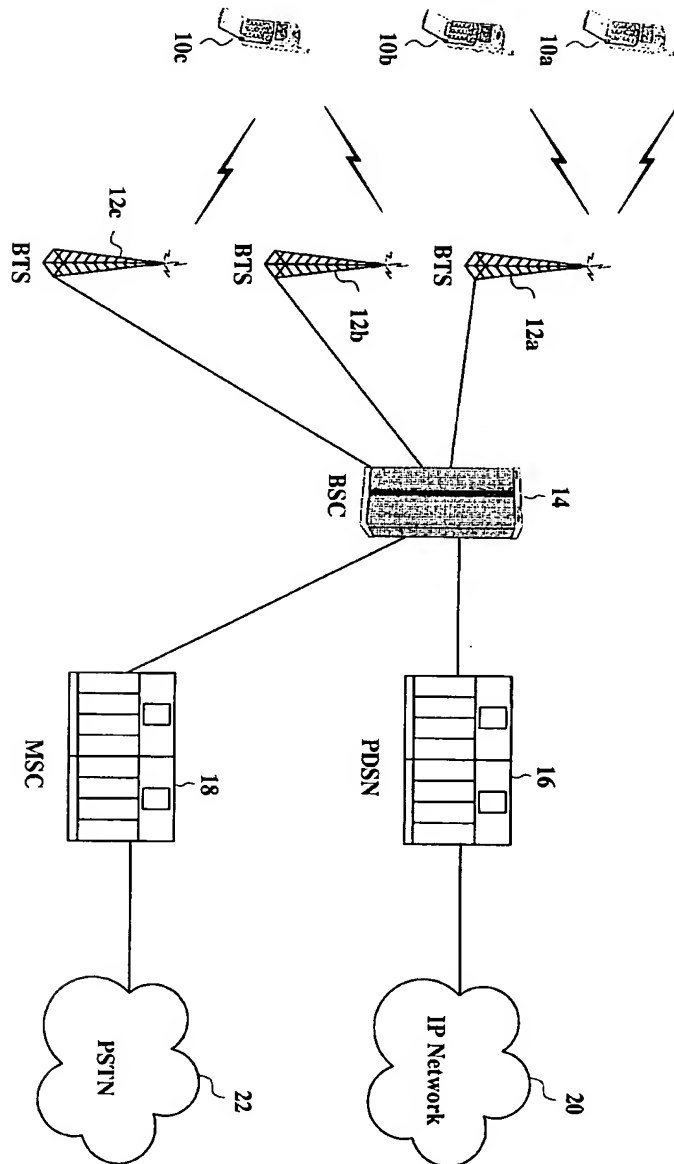
$$v_{LCR} = \frac{\lambda_c L_R e}{\sqrt{2\pi}}$$

여기서  $v_{LCR}$ 은 상기 속도 추정값이고,  $\lambda_c$ 는 반송파의 파장이고,  $L_R$ 은 상기 레벨교차 회수이고,  $e$ 는 자연로그임.

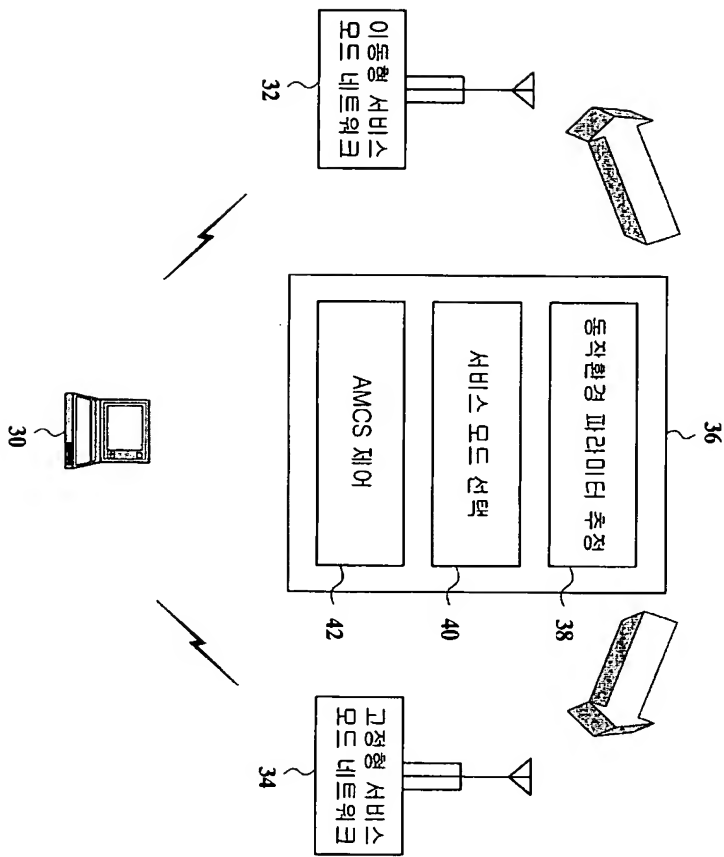


【도면】

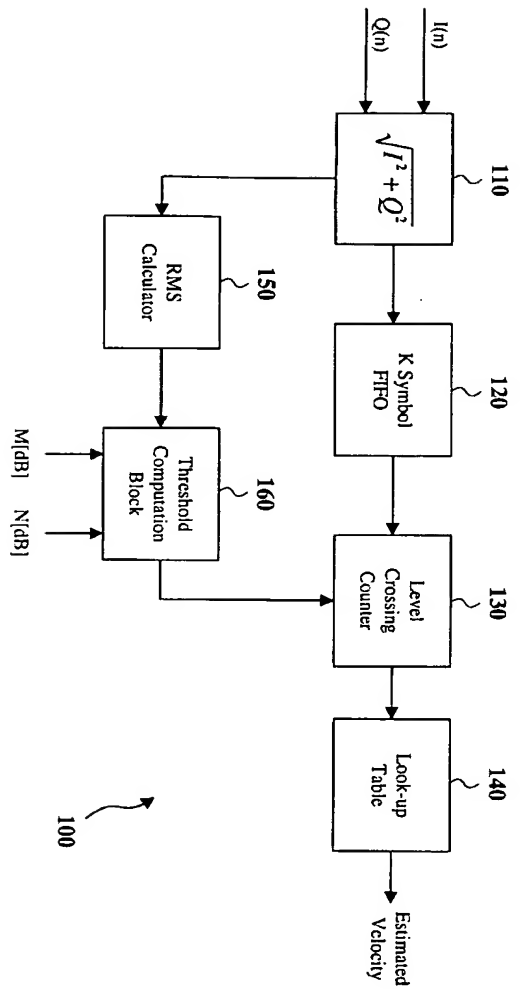
【도 1】



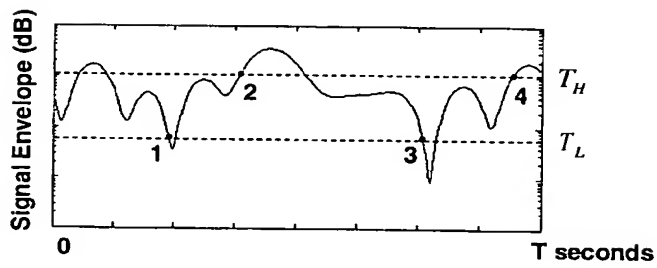
【도 2】



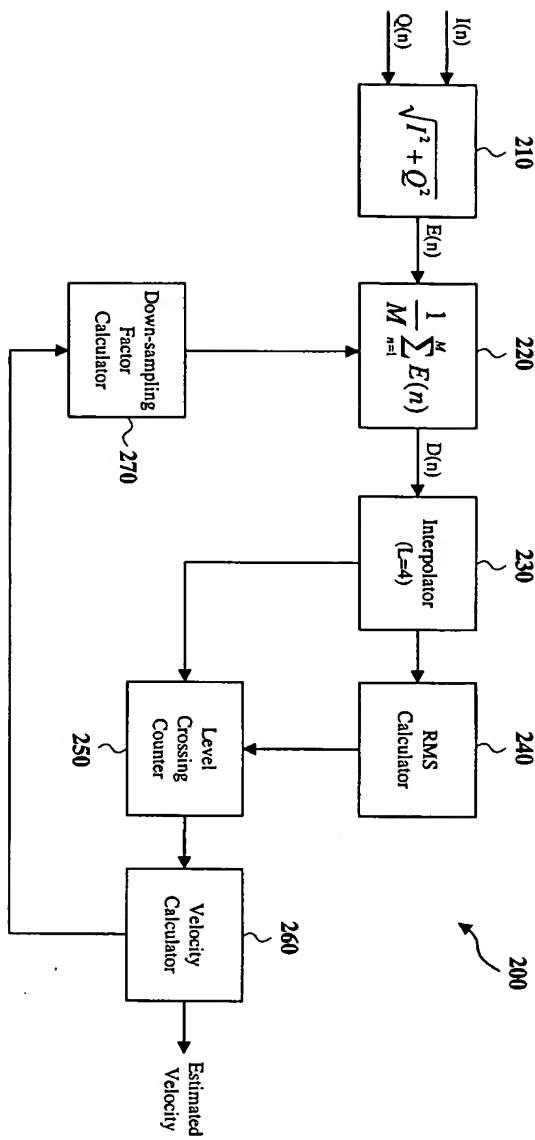
【도 3】



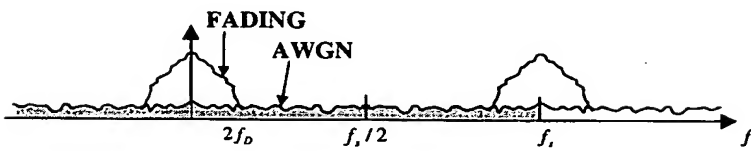
【도 4】



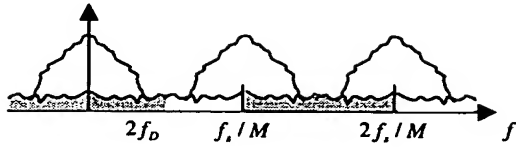
【도 5】



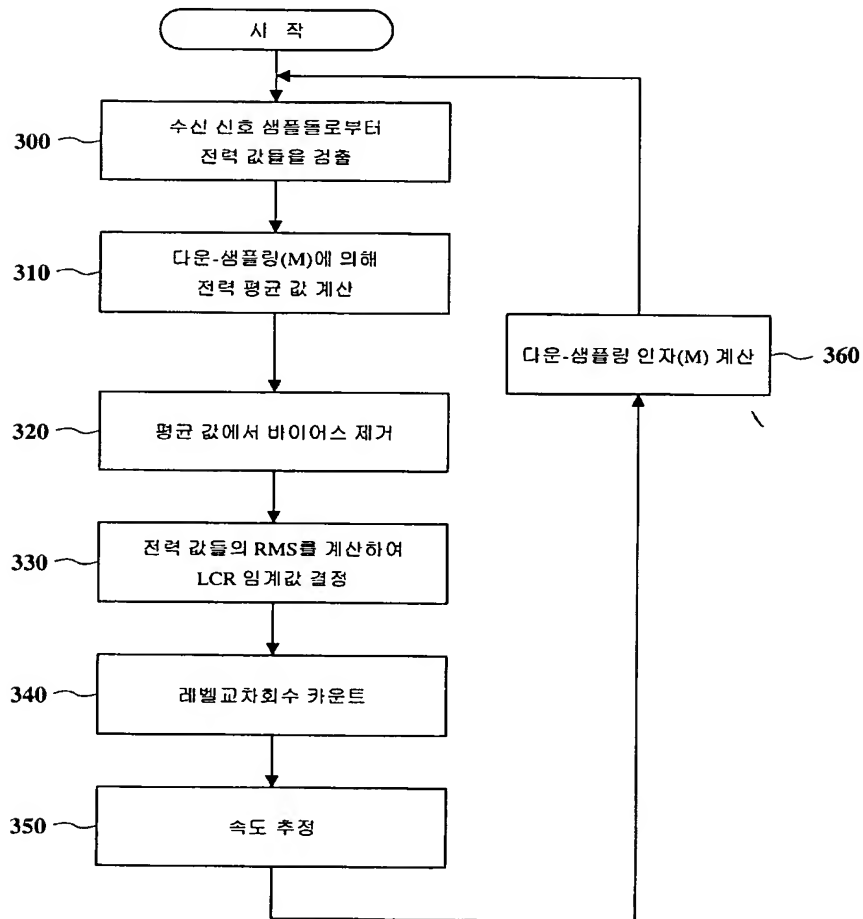
【도 6a】



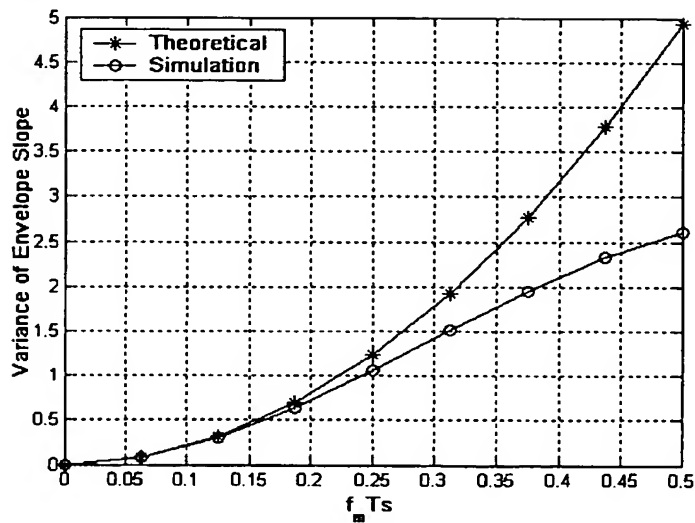
【도 6b】



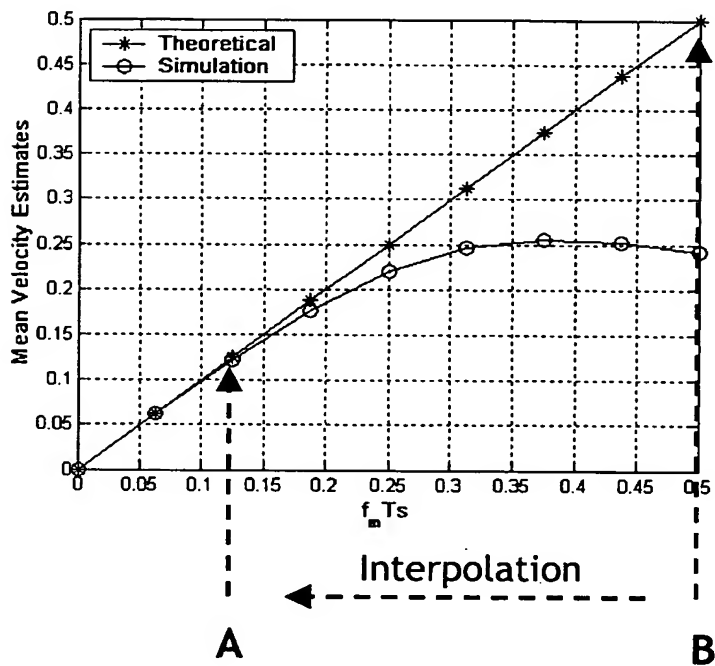
【도 7】



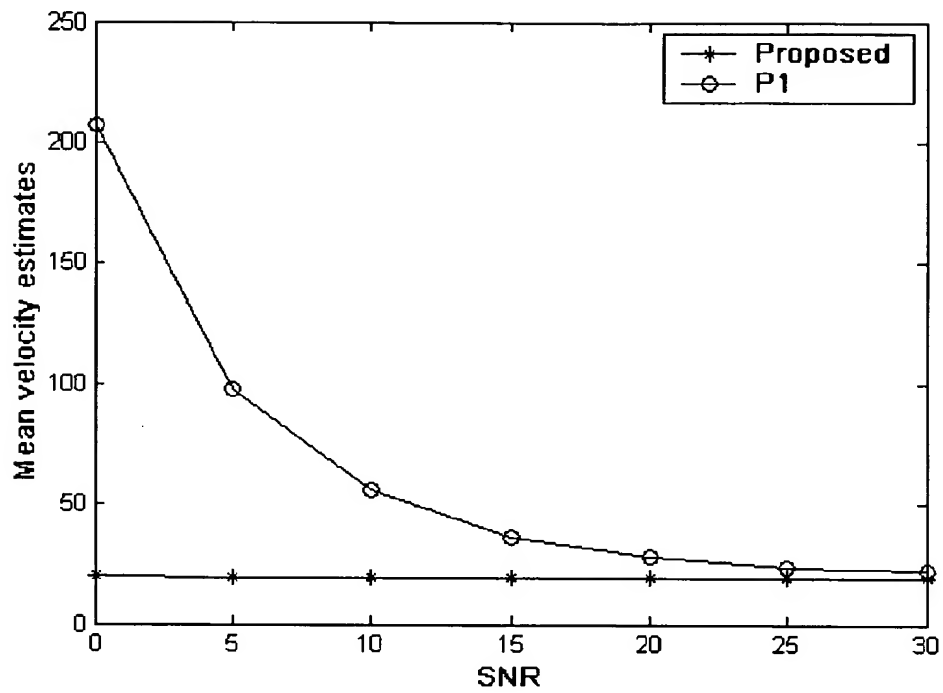
【도 8a】



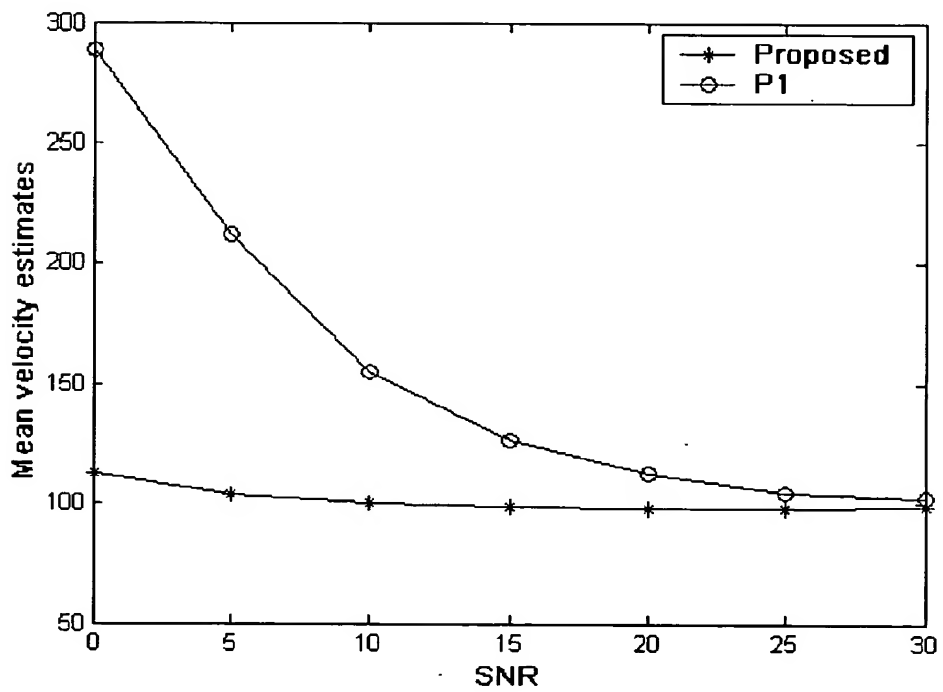
【도 8b】



【도 9】



【도 10】



【도 11】

